“小柯”秀

一个会写科学新闻的机器人

《自然》

八极矩驱动 反铁磁隧道结自旋力矩翻转

美国西北大学的 Pedram Khalili Amiri 团队研究发现，在基于手性反铁磁体 $PtMn_3$ 的全反铁磁隧道结（AATJ）中，电流能够通过八极矩产生自旋转移力矩并实现磁序翻转。相关研究成果近日发表于《自然》。

基于铁磁体的磁隧道结是自旋电子学中的经典器件，在数据存储、计算和传感领域有着广泛应用。它同时具备通过隧穿磁电阻（TMR）对磁序进行电学探测，以及通过自旋转移力矩进行电学操控的能力。长期以来人们认为，在 AATJ 中这两种效应都不显著，因为这类器件没有净磁化。然而，近年有研究显示，基于手性反铁磁体的 AATJ 确实表现出 TMR，原因在于它具有非相对论性的动量依赖自旋极化和团簇磁八极矩。这正是自旋分裂能带结构的表现。但与之对应的逆效应，即自旋转移力矩的反铁磁对应物，一直被认为并不存在，因为总电流是自旋中性的。

研究团队报道了展现这一逆效应的纳米尺度 AATJ，并将其命名为八极矩驱动的自旋转移力矩（OTT）。研究团队演示了 $PtMn_3|MgO|PtMn_3$ 型 AATJ 的电流诱导 OTT 翻转，并解释了 OTT 的起源。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-11172-5

遗传变异塑造单细胞免疫基因表达

澳大利亚加文医学研究所的 Joseph E. Powell 团队发现，把配对的全基因组测序与单细胞 RNA 测序结合起来，可以在多种免疫细胞类型乃至连续细胞状态上系统刻画常见与罕见遗传变异对基因表达的影响，并把大量疾病相关变异与可能的分子作用方式对应。相关研究成果近日发表于《自然》。

理解基因表达的遗传基础，可以揭示复杂性状与疾病背后的调控机制。单细胞 RNA 水平测量与单细胞表达数量性状位点，已在多种组织中揭示了驱动细胞状态与细胞类型的遗传调控机制。

团队在研究的第一阶段利用来自 1925 名个体、覆盖 28 种免疫细胞类型的逾 500 万个细胞的单细胞 RNA 测序数据，以及与之配对的全基因组测序数据，分析了罕见和低频遗传变异的关联。研究团队借助一种直接对单细胞建模的新方法，以细胞类型特异的方式刻画了常见变异与罕见变异的效应。研究涵盖的 83%的基因找到了可能的常见调控变异，47%的基因找到了累积的罕见变异信号。研究团队探讨了遗传效应如何在细胞类型与细胞状态之间变化，建立了一套判定单细胞表达数量性状位点细胞类型特异程度的框架，发现一半的效应只出现在一种或少数几种细胞类型中。通过将结果与功能注释和疾病信息整合，研究团队进一步揭示了许多疾病变异关联可能的分子作用方式。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-10721-2

《科学》

成年硬骨鱼的全身单细胞图谱

美国白头生物医学研究所的 Peter W. Reddien 团队对硬骨鱼 *Danionella cerebrum* 进行分区单细胞测序与空间转录组分析，得到了一份覆盖成年个体全身细胞类型与基因表达的图谱。相关研究成果近日发表于《科学》。

一份完整的脊椎动物细胞类型转录组图谱有助理解动物细胞类型组成、组织方式与演化。微型、透明且具再生能力的 *Danionella cerebrum* 使全脊椎动物尺度的单细胞分析实验成为可能。

研究团队对成年 *Danionella cerebrum* 全身进行了分区取样的单细胞 RNA 测序，并利用空间转录组学在单细胞分辨率上绘制了细胞类型与基因表达图谱。研究团队依据区域基因表达特征，划分出空间上彼此不同的神经细胞类型。这份全身图谱阐明了携带成年期分子位置记忆的细胞类型，揭示了幼态延续特征，并发现了成年结缔组织中保守的体区与附肢指定程序。这份全脊椎动物转录组图谱为生物学和神经科学研究提供了综合性资源。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1126/science.aeg1125

免疫“变阻器”精细调节 皮肤屏障功能

美国洛克菲勒大学的 Elaine Fuchs 团队揭示了表皮中的朗格汉斯细胞（LC）会依据皮肤表面共生微生物的多寡，以类似变阻器的方式调节前列腺素 E2 的产量，进而对上皮干细胞的增殖与分化施加分级制动，使屏障强度与体表菌群状况相匹配。相关研究成果近日发表于《科学》。

表皮必须在干细胞更新与屏障维持之间取得平衡，以承受环境胁迫并抵御病原体。研究团队在小鼠中鉴定出一种微生物 - 免疫 - 上皮的反馈机制，把环境信息整合进干细胞调控之中。

研究表明，LC 通过产生前列腺素 E2 来组织这一回路，后者抑制干细胞增殖、促进表皮分化，并在稳态下维持屏障完整性。当该通路被破坏时，干细胞会过度活化，终末分化受阻，屏障功能随之减弱。在上游，LC 的活性由局部微生物环境以变阻器般的方式调节，从而把共生菌感知与干细胞动态耦合起来。研究团队的发现为屏障组织如何在持续的外部波动中实现适应性稳态提供了一个普遍框架。

相关论文信息：
https://doi.org/10.1126/science.aee5920

更多内容详见科学网小柯机器人频道：
http://paper.sciencenet.cn/AInews/

生物工程菌助力农田减少化肥依赖

有望降低温室气体排放及水体氮污染

本报讯 世界各地的农田都依赖合成氮肥提高作物产量，而这些化学品的生产和使用每年会造成数十亿吨的温室气体排放。如今，科学家在一种更环保的替代方案——生物工程菌的研究方面取得了进展。科学家通过引入特定遗传特性，让细菌化身“生物肥料”，为玉米、小麦等重要粮食作物固氮。研究人员 11 月 10 日在《自然 - 生物技术》发表评论指出，经过生物工程改造的细菌最终可能取代一半的合成肥料，能更高效地将氮输送至作物根部，有望减少温室气体排放及水体氮污染。不过，实现这一目标还需要让不同微生物物种协同工作，并开展更严格的田间试验。

大多数植物无法利用空气中的氮。但包括大豆、花生在内的一些作物体内寄居着特殊的细菌群落，能将大气中的氮转化为植物可利用的形式。作为回报，植物为细菌提供碳来维持其生长。但大多数主粮作物缺乏这些微生物伙伴，不得不依赖合成氮肥。这些化学肥料造成的温室气体排放量占全球排放量的 5%，并导致水体污染。

几十年来，研究人员一直试图让细菌为粮食作物固氮。此前，常用的方法是从土壤中采集野生固氮菌株，将其施用于种子或喷洒在植物上。“这种方法行不通。”美国威斯康星大学麦迪逊分校的生物工程师 Jean-Michel Ane 表示，因为一些作物无法为野生固氮菌株提供碳源。

为解决上述问题，美国 Switch Bioworks 公司决定对天然细菌进行基因改造，通过引入能延迟固氮过程开始的遗传物质，先让微生物在土壤里扎根、形成足够健康的菌群，再切换到“产氮模式”。

Switch Bioworks 研发的上述“生物肥料”正在美国中西部农场的玉米地进行试验。这是美国首个获批开展田间试验的转基因生物肥料。田间试验尚未证明菌株能实现高水平氮素生产。但 Switch Bioworks 首席执行官 Tim Schnabel 表示，试验初步结果表明，菌株能以较高的速率在玉米上定殖，随后开始固氮。

今年 9 月，Switch Bioworks 还获得了巴西国家生物安全技术委员会（CNTBio）的批准，在该国对其菌株进行测试。CNTBio 主席、分子生物学家 Mario Murakami 表示，这是巴西首次批准转基因细菌进行田间试验。

要通过上述方法实现减少温室气体排放和水体氮污染的目标，仅靠细菌还不够。Ane 的实验室正在开展一个项目，旨在通过基因工程改造玉米，使其更容易被固氮细菌定殖。“我们需要对这两个伙伴都进行基因改造，因为取代化学肥料真的很难。” **（文乐乐）**

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41587-026-03336-5



图片来源：pixabay



刚果民主共和国维龙加国家公园的河马。 图片来源：Evelyn Hockstein

■ 科学此刻 ■

神秘炭疽暴发 非洲河马死亡

据《自然》报道，近日，刚果民主共和国河马炭疽疫情仍在持续。目前尚未报告人类感染病例，但仍引发了人们的担忧，当局表示正密切监测相关疫情。

今年 9 月，刚果民主共和国东部的维龙加国家公园首次发现死亡河马。实验室检测确认其死因为炭疽——由炭疽芽孢杆菌引起的严重传染病。疫情暴发时，该国卫生部门和环保组织正在应对大规模的埃博拉和霍乱疫情。野生动物暴发炭疽，让该国本就捉襟见肘的资源更加紧张。

炭疽杆菌天然存在于世界各地的土壤中，牲畜和野生动物接触到它的芽孢就可能感染。维龙加国家公园管理方在声明中说，工作团队一直在监测疫区，并协调河马尸体的安全处理和无害化处置，过去两周未再出现新的死亡病例。

新西兰梅西大学的疾病生态学家 David Hayman 说，对人类而言，感染炭疽的主要风险来自接触感染者尸体或食用受污染的肉。如果发现及时，该病用抗生素就能治好，但延误治疗可能致命。

乌干达坎帕拉国家公共卫生研究所的流行病学家 Charity Mutesi 表示，虽然这次疫情还没有人类感染病例，但很可能存在漏诊。有人患病后选择在家扛着，不去诊所。她补充说，有些人会拿草药治疗炭疽引起的皮肤溃烂，或者去药店、私人诊所看病，而这些渠道不会把病例上报国家疾病监测系统。

过去几年，炭疽多次在刚果民主共和国的动物和人身上暴发。2025 年 3 月的一次疫情造成约 65 头河马死亡；邻国乌干达有 15 人检测呈阳性，其中 2 人死亡。

“疫情一再发生，非常令人担忧。”澳大利亚昆士兰大学的流行病学家 Ricardo Soares Magalhaes 说。

Magalhaes 表示，过去处理河马尸体的方式可能促成了这次疫情。炭疽芽孢能在土壤里休眠数年甚至数十年，动物如果在这些尸体埋藏点附近吃草，就可能接触到芽孢。研究还发现，雨季会使炭疽感染增多，因为地表径流和蚯蚓活动都会增加动物接触芽孢的机会。

Mutesi 担心，疫情反复可能让人们对其风险变得麻木。她说，有些人明知道是病畜肉，但因为卖得便宜还是愿意买来吃。

“给牲畜接种炭疽疫苗的工作一直在推进，但对农民和政府来说，成本负担不小。”Mutesi 说。 **（侯慧静）**

他要给全国的湿地“做体检”

（上接第 1 版）

“如今的地理生态问题早已不是单一学科能解决的，需要遥感技术、生态学、人工智能等多学科交叉合作。”毛德华认为，青年科研人员尤其要保持开放心态，主动学习新技术、新方法，敢于把大数据、人工智能等前沿技术用到传统生态学问题中，在交叉点上寻求突破。

当前，无论是湿地保护与恢复，还是黑土地保育都离不开遥感技术的支撑。毛德华说：“遥感等新技术的使用，不仅给研究工作带来了广阔的应用空间和发展舞台，还提出了一些挑战，比如卫星数据怎样获取、国外数据获取受限怎么办、数据如何应用等。”

未来，毛德华团队将继续聚焦湿地 - 农田协同演变的智能遥感监测及其生态效应评估方向，构建立体监测技术体系，深入研究景观演变过程与效应。他告诉记者：“我们将更多地把科研成果与地方治理需求相对接，为湿地保护与恢复、黑土地保育、生态安全屏障建设提供科技支撑，努力在服务东北全面振兴和国家生态文明建设中作出新贡献。”

法国专家报告建议 对生成式人工智能加强监管

据新华社电 法国总统府近日发布公报说，法国一个专家委员会向总统马克龙提交报告，建议对生成式人工智能加强监管，通过限制奉承迎合机制、开展上市前跨学科风险评估、加强教育等措施，防范生成式人工智能给个人认知能力、心理健康及社会运行带来的潜在危害。

这份报告由法国人工智能与数字委员会组织编写。9 名跨学科专家在开展 55 场听证后，围绕个人和社会层面的风险提出 18 项政策建议。

报告指出，生成式人工智能正得到广泛使用，今年年初法国已有 3300 万独立用户，但四分之一的法国人对其潜在风险表示担忧。

研究显示，过度使用人工智能可能削弱用户的认知能力发展，如经常使用聊天机器人写作可能导致认知能力显著下降。人工智能工具存在日益加剧的拟人化和奉承迎合现象，可能导致用户产生情感依赖。人工智能还可能加剧网络暴力。

针对上述风险，专家委员会提出 18 项建议，包括在设计层面严格限制人工智能系统的过度奉承迎合和拟人化机制，防止企业利用用户的心理弱点牟利。同时，应将监管从发现违规后的纠正转向提前防范风险，并要求面向普通消费者的生成式人工智能产品在上市前接受跨学科风险评估。委员会还建议从孩童幼年阶段开始普及人工智能教育，培养会使用人工智能却不依赖人工智能的下一代。 **（罗毓）**

南非推出数字庇护系统 破解难民申请积压难题

据新华社电 南非内政部日前宣布，将对公众开放“数字庇护系统登记平台”，允许寻求庇护者在线提交申请意向、个人资料及面部生物识别信息，以解决难民申请积压问题及由此引发的社会争议。

南非内政部长期以来面临资金与人员严重短缺的困境。内政部长莱昂·施赖伯 11 月 10 日说：“庇护申请流程的全面数字化，不仅能提升庇护申请和上诉的审理效率，还将消除腐败空间，遏制系统长期被滥用的现象。”他表示，针对无网络设备的群体，各地难民接待处仍将提供线下协助。

今年 7 月，南非宪法法院要求内政部不得仅因申请人未持过境签证等程序问题拒绝其庇护申请。为落实裁决，内政部于 9 月 28 日向各地难民接待处下达指令，要求接收并登记所有到场者的庇护申请。

指令下达后，大量寻求庇护者迅速涌入各地难民接待处，导致行政系统不堪重负。与此同时，反移民团体对此表示强烈不满，认为允许非法入境者提交申请无异于变相赋予其合法身份。随后，德班和索韦托等地爆发暴力抗议，内政部被迫于 10 月初撤回指令。

面对国内强烈的反移民情绪，施赖伯重申，线上注册并不代表赋予申请人任何合法身份。他表示，该系统将协助工作人员精准甄别少数真正需要保护的申请者，并依法加快对申请失败者的遣返流程。 **（白舸 蒋国鹏）**

人类首张黑洞“甜甜圈”照片获检验

本报讯 2019 年，事件视界望远镜（EHT）合作组发布了人类首次拍摄到的黑洞图像——距地球约 5500 万光年、质量超太阳 60 亿倍的 M87 星系中心超大质量黑洞。图像中有一个环状结构和一个清晰可见的黑洞阴影，被形象地称为“甜甜圈”。在人们为这张图片感到惊艳的同时，一些研究人员对其独特环状结构提出了质疑，认为该结构是 EHT 团队图像重建技术的产物。11 月 12 日，一项发表于《自然》的研究独立验证了人类首次拍摄到的黑洞图像中独特环状结构的存在。研究团队利用一款新开发的独立成像算法得出了最新重建结果，其生成的新图像与原始图像高度重合。

为拍摄黑洞，EHT 团队将分布在不同大陆的地面射电望远镜阵列同步采集的数据进行了拼接。这一重建过程极具挑战性，最终图像的分辨率与一台直径与地球差不多的单台射电望远镜的分辨率相当。图像呈现出一个半径大致符合预期的明亮光环，中心则是一个较暗的圆盘。图像虽然有些模糊，但符合基于爱因斯坦广义相对论的天体物理模型。该理论最早预言了黑洞的存在。

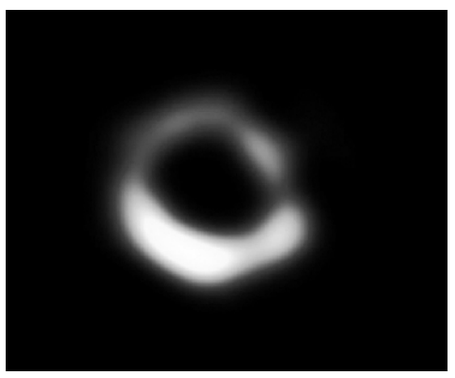
然而，2022 年，日本神户大学的天体物理学家 Junichiro Makino 及合作者对上述结论提出了质疑。他们采用 EHT 团队曾使用的数据分析技术，在加入了略有不同的假设后得到了不同的结果——黑洞重建图像呈辐射状，而非一个光环。

如今，澳大利亚联邦科学与工业研究组织（CSIRO）的天体物理学家 Samuel Lai 和同事开发了一套全新的技术，再次对 EHT 的数据展开分析。他们得到的结果与 EHT 团队的结果大体一致，再现了原始图像中的环状结构。

对此，Junichiro 指出圆盘周围出现了一些更亮的斑点，而这些斑点的位置会因重建方式的不同而变化。“如果两种方法在数学上都站得住脚，那就难以解释这一现象。”

对此，Lai 表示，利用 EHT 望远镜阵列的数据重建图像，在一定程度上取决于研究人员所做的假设，例如如何训练神经网络来生成图像。

“采用不同的先验模型，得到的结果可能会略有不同。即便如此，我们仍然得到了环状结构。”论文作者、天体物理学家 Nithianandan Thyagarajan 说。 **（李木子）**



物理学家以不同于原始分析的方式整合了 EHT 对黑洞的测量数据，获得了新的重建图像。 图片来源：CSIRO

相关论文信息：
https://doi.org/10.1038/s41586-026-11241-9